

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-283825

(43)Date of publication of application : 07.10.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18  
H01L 21/205  
H01L 27/12  
H01L 33/00

(21)Application number : 05-092017

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1993

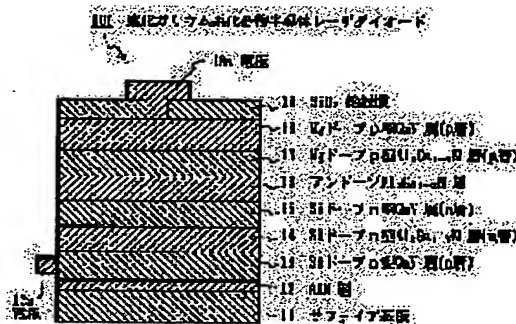
(72)Inventor : KOIDE NORIKATSU  
YAMAZAKI SHIRO  
UMEZAKI JUNICHI  
ASAMI SHINYA

## (54) GALLIUM NITRIDE BASED COMPOUND SEMICONDUCTOR LASER DIODE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To promote laser oscillation while lowering the threshold current by interposing a diffusion preventive layer of undoped gallium nitride based compound semiconductor between an n-layer and a P-layer.

CONSTITUTION: An AlN layer 12, an Si doped n-type GaN layer (n-layer) 13, an Si doped n-type AlYGa1-YN layer (n-layer) 14, an Si doped n-type GaN layer 15, and an undoped AlxGa1-XN layer 16 are deposited on a sapphire substrate 11 to fabricate a gallium nitride based compound semiconductor laser diode 100. Furthermore, an Mg doped P-type AlYGa1-YN layer (P-layer) 17, and an Mg doped P-type GaN layer (P-layer) are formed sequentially, wherein the stoichiometry of X and Y satisfies a relationship;  $0 \leq X \leq Y \leq 1$ . This constitution easily brings about an unstable high energy state in the gallium nitride based compound semiconductor laser diode thus promoting laser oscillation utilizing induced emission while lowering the threshold current thereof.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.01.2000  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.06.2003  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-13092  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 10.07.2003  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-283825

(43)公開日 平成6年(1994)10月7日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18				
H 0 1 L 21/205				
27/12	S			
33/00	C	7376-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 3 頁)

(21)出願番号 特願平5-92017

(22)出願日 平成5年(1993)3月26日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

(72)発明者 小出 典克

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 山崎 史郎

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内

(74)代理人 弁理士 藤谷 修

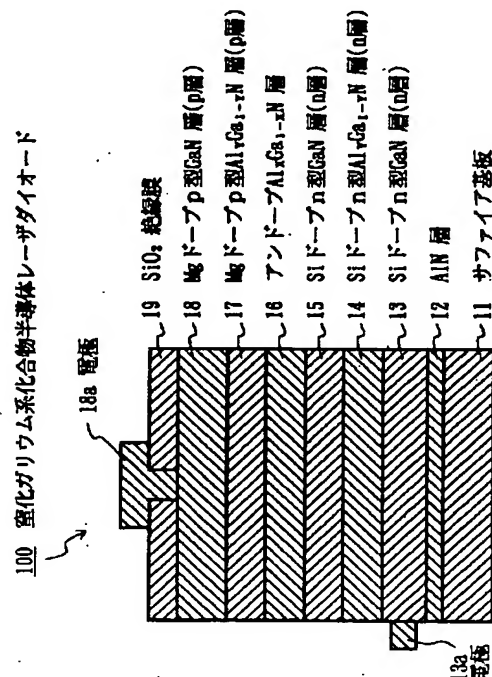
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード

(57)【要約】

【目的】 窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードにおけるレーザ発振をし易くすると共に閾値電流を下げること。

【構成】 サファイア基板11上には、AlN層12、Siドープn型GaN層(n層)13、Siドープn型AlGaIn層(n層)14、Siドープn型GaIn層15、アンドープAlGaIn層16、Mgドープp型AlGaIn層(p層)17及びMgドープp型GaIn層(p層)18が順次積層され形成されている。又、上記GaIn層13及びGaIn層18とはそれぞれ金属電極13a、18aが形成されている。この構成によれば、AlGaIn層17からの不純物Mgの拡散をアンドープAlGaIn層16にて吸収して防止できる。これにより、本発明の半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用したレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げるができる。



(2)

特開平6-283825

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成るn層と、p型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成るp層と、前記n層と前記p層との間にアンドープの窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ :  $0 \leq X \leq Y \leq 1$ ) から成る拡散防止層とを有することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの成膜中における拡散防止構造に関する。

## 【0002】

【従来技術】 従来、短波長レーザダイオードであるサファイア基板を用いた窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード10は、図2の模式図に示したような積層された結晶成長膜構造である。サファイア基板1上には、AlN層2、Si ドープn型 GaN層 (n層) 3、Si ドープn型 AlGaIn層 (n層) 4、Si ドープn型 GaN層5、Mg ドープp型 AlGaIn層 (p層) 6及びMg ドープp型 GaN層 (p層) 7が順次積層され形成されている。この積層された結晶成長膜では、活性層であるSi ドープn型 GaN層5とMg ドープp型 AlGaIn層 (p層) 6とが隣合って形成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述の結晶成長膜中において、Mg ドープAlGaIn層から活性層であるSi ドープGaN層 中にMg が拡散するという現象がある。このMg は、活性層内ではアクセプタ (半導体の電子受容体) として働くため、電流注入を行った場合の発光は、主として、D (ドナー) - A (アクセプタ) 間のペア発光が支配的となる。すると、バンド間遷移の発光は僅かとなるため、レーザ発振に至らない又は閾値電流がかなり高くなってしまいう問題があった。

【0004】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードにおけるレーザ発振をし易くすると共に閾値電流を下げることである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、n型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成るn層と、p型導電性を示す窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ :  $0 \leq Y \leq 1$ ) から成るp層と、前記n層と前記p層との間にアンドープの窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ :  $0 \leq X \leq Y \leq 1$ ) から成る拡散防止層とを有することを特徴とする。

## 【0006】

10

【作用及び効果】 上記の手段によれば、p層にドープされた物質はn層の方向に拡散しようとするが、そのp層に隣接したアンドープ (不純物のドーピングなし) の窒化ガリウム系化合物半導体から成る拡散防止層に吸収されることとなる。このため、p層とn層とは完全に分離され、D (ドナー) - A (アクセプタ) ペアの発光確率を少なくすることが可能となる。これにより、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用したレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げることができる。

## 【0007】

【実施例】 以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係るサファイア基板を用いた窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード100の構造を示した模式図である。サファイア基板11上には、AlN層12、Si ドープn型 GaN層 (n層) 13、Si ドープn型  $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ 層 (n層) 14、Si ドープn型 GaN層15、アンドープ  $\text{Al}_X\text{Ga}_{1-X}\text{N}$ 層16、Mg ドープp型  $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ 層 (p層) 17及びMg ドープp型 GaN層 (p層) 18が順次積層され形成されている。尚、上記X、Yの化学量論は、 $0 \leq X \leq Y \leq 1$ である。又、13a、18aはSi ドープn型 GaN層 (n層) 13及びMg ドープp型 GaN層 (p層) 18とにそれぞれ形成された金属電極である。

【0008】 次に、その製造方法について説明する。

尚、本実施例の半導体レーザダイオード用単結晶の作製には横型有機金属化合物気相成長装置を用いた。(0001)面を結晶成長面とするサファイア基板11を有機洗浄の後、結晶成長装置の結晶成長部に設置する。成長炉を真空排気の後、水素 ( $\text{H}_2$ ) を供給し1200℃程度まで昇温する。これによりサファイア基板11の表面に付着していた炭化水素系ガスがある程度取り除かれる。

【0009】 次に、サファイア基板11の温度を600℃程度まで降温し、トリメチルアルミニウム [ $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ] (以下、TMAという) 及びアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) を供給して、サファイア基板11上に50nm程度の膜厚を持つAlN層12を形成する。次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150℃まで上げ、トリメチルガリウム [ $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$ ] (以下、TMGという) 及びシラン ( $\text{SiH}_4$ ) 及び $\text{NH}_3$ を供給し、厚さ2000nmのSi ドープn型 GaN層 (n層) 13を成長する。次に、基板温度を1150℃に保持して、TMG及び $\text{SiH}_4$ 及び $\text{NH}_3$ の供給にTMAを加え、厚さ400nmのSi ドープn型  $\text{Al}_Y\text{Ga}_{1-Y}\text{N}$ 層 (n層) 14を成長する。

【0010】 次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150℃に保持したまま、TMG、 $\text{SiH}_4$ 及び $\text{NH}_3$ を供給し、厚さ400nmのSi ドープn型 GaN層 (n層) 15を成長する。次に、基板温度を1150℃に保持したまま、 $\text{SiH}_4$ の供給を止め、TMG及び $\text{NH}_3$ の供給にT

50

(3)

特開平6-283825

3

MAを加え、厚さ 200nm未満のアンダーp型  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  層 16 を成長する。次に、基板温度を1150℃に保持したまま、TMA、TMG及び $\text{NH}_3$  の供給にビスシクロペンタジエニルマグネシウム ( $\text{Cp}_2\text{Mg}$ )を加え、厚さ 400nmのMgドープp型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (p層) 17 を成長する。次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1150℃に保持したまま、 $\text{Cp}_2\text{Mg}$ 、TMG及び $\text{NH}_3$  を供給し、厚さ 200nmのMgドープp型 GaN層 (p層) 18 を成長する。

【0011】次に、Mgドープp型 GaN層 (p層) 18 上にEB (Electron Beam) 蒸着により厚さ 500nmの  $\text{SiO}_2$  絶縁膜 19 を形成した後、パフアードフッ酸を用いて部分的に  $\text{SiO}_2$  絶縁膜 19 を除去し幅10 $\mu\text{m}$  のストライプ部分を形成する。このストライプ部分のMgドープp型 GaN層 (p層) 18 と上記Siドープn型 GaN層 (n層) 13 とにそれぞれ金属電極 18a、13a を形成する。

【0012】最後に、真空チャンバに移して、Mgドープp型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (p層) 17 に電子線照射処理を行う。典型的な電子線照射処理条件は、電子線加速電圧: 15KV, エミッション電流: 120 $\mu\text{A}$ 以上, 電子線スポット径:  $\phi 60\mu\text{m}$ , 試料温度: 297Kである。

【0013】上述したように構成された窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード 100 は、Mgドープp型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (p層) 17 からの不純物Mgの拡散をアンダーp型  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  層 16 にて吸収して防止でき

る。このため、活性層であるSiドープn型 GaN層 (n層) 15 とクラッド層であるMgドープp型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (p層) 17 とが分離できる。従って、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードは、不安定な高エネルギー状態が作り易くなり誘導放出を利用したレーザ発振がし易くなると共にその閾値電流を下げる事ができる。

【図面の簡単な説明】

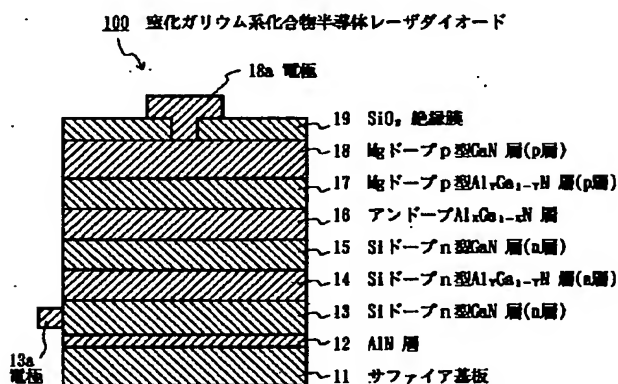
【図1】本発明の具体的な一実施例に係る窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの構造を示した模式図である。

【図2】従来の窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードの構造を示した模式図である。

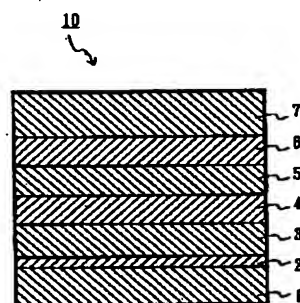
【符号の説明】

- 11…サファイア基板
- 12… AlN層
- 13…Siドープn型 GaN層 (n層)
- 14…Siドープn型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (n層)
- 15…Siドープn型 GaN層 (n層)
- 16…アンダーp型  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  層 (拡散防止層)
- 17…Mgドープp型  $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  層 (p層)
- 18…Mgドープp型 GaN層 (p層)
- 19… $\text{SiO}_2$  絶縁膜
- 13a, 18a…電極
- 100…窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 梅崎 潤一

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 浅見 慎也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内